

**КИМ ЕН ДАР**, д-р.техн. наук, УИПА  
**В.Н. ТАРАН**, инженер, ГП НИИВН (Харьков)

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО АВАРИЙНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 220 кВ И ВЫШЕ

В статті проаналізовано статистичні дані щодо відмов ізоляції високовольтного обладнання розподільчих пристроїв 220 кВ та вище.

In this paper have been analysed failure insulators' for high-voltage equipment of distributing devices for 220 kV and higher statistical data.

В энергосистемах Украины находятся в эксплуатации 131 трансформаторных подстанций класса напряжений 220кВ и выше. Каждой из подстанций присущи свои условия работы, характеризующиеся климатическими условиями, степенью загрязненности окружающей среды, средствами и качеством контроля оборудования, своевременностью выполнения профилактических работ и т.д. С учетом большого количества оборудования и аппаратов высокого напряжения различного назначения, составляющего систему подстанционной сети, при оценке надежности работы подстанции в качестве показателя принимается удельная частота отказов одной подстанции:

$$F = \frac{n}{N \times t},$$

где:  $n$ - число отказов оцениваемой подстанции;  $N$ - число обследуемых подстанций;  $t$  – период контроля, лет.

Аналогичным образом определяется удельная частота отказов отдельного подстанционного оборудования, только при этом в формуле принимается:

$$n = n_{об},$$

где  $n_{об}$  – число отказов интересующего нас оборудования на конкретной подстанции.

Под отказом энергетических объектов понимается авария или выход из нормального режима согласно РД 34.20.801-90 «Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе электростанций, сетей и энергосистем».

Основными объектами обследования являлись: силовые трансформаторы; измерительные трансформаторы; высоковольтные выключатели; разъединители; разрядники; отделители; короткозамыкатели; реакторы; изоляция; сборные шины.

Под отказом подстанции принимается отказ хотя бы одного из перечисленных объектов.

В статье приведены результаты анализа отчетных материалов энергосистем Украины за период 1982-2002гг. Нам представляется, что за истекшее время соотношения между рассматриваемыми параметрами не потерпели значительных изменений.

Сводные данные по удельной частоте отказов за этот период показывают, что величина  $F$  на разных подстанциях колеблется в диапазоне от нуля до единиц отказов в год. При этом было выявлено, что урони отказов на подстанциях с большим классом напряжения заметно выше, чем на подстанциях более низкого напряжения.

В качестве примера на рис.1 приведено распределение удельной частоты отказов по каждому оборудованию подстанций 330кВ. Эти данные являются результатом анализа 58 рассмотренных подстанций этого класса напряжения, поэтому представляются наиболее объективными.

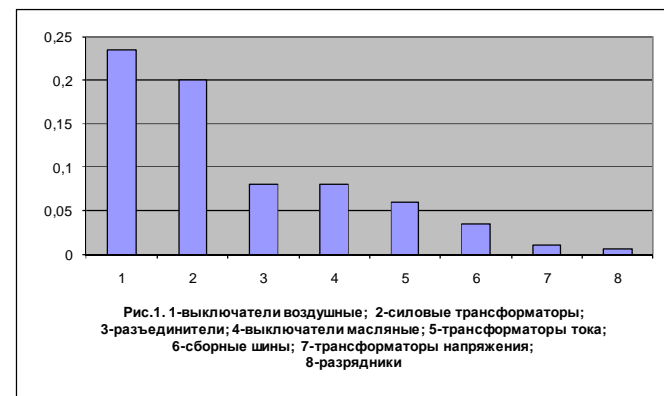


Рис.1. 1-выключатели воздушные; 2-силовые трансформаторы;  
 3-разъединители; 4-выключатели масляные; 5-трансформаторы тока;  
 6-сборные шины; 7-трансформаторы напряжения;  
 8-разрядники

Как видно из этого рисунка, чаще всего выходят из нормального режима работы выключатели, силовые трансформаторы и разъединители. Такая тенденция отмечается и для оборудования на подстанциях 750кВ и 220кВ.

Так как оборудование состоит из различных элементов и узлов, и конструктивное исполнение оборудования для разных классов напряжений существенно отличаются друг от друга, статистика отказов составляющих элементов тоже была различна в зависимости от класса напряжения. В частности, для воздушных выключателей на 220кВ отказы до 49% были обусловлены повреждением привода, до 33% - дугогасительной камерой, до 16% - контактной системой. Для воздушных выключателей на напряжение 330кВ самой весомой причиной отказа явились повреждения опорных

изоляторов – до 40%, затем идут поломка привода - до 28% и выход из строя высоковольтных вводов – до 14%.

Для силовых трансформаторов на 750кВ чаще всего происходит нарушение внутренней изоляции – до 43%; на втором месте по значимости, до 19%, зарегистрировано перекрытие внешней изоляции; на третьем месте – попадание птиц и посторонних предметов (до 14%); около 10% отказов трансформаторов вызваны повреждением высоковольтных вводов и опорных изоляторов. В то же время, для трансформаторов класса 330кВ на первое место по весомости причин отказов выходит повреждение высоковольтных вводов - до 44%; на внутреннее короткое замыкание относят отказы до 20%, на перекрытие и разрушение опорных изоляторов-до 5%.

Весовые составляющие причин отказов разъединителей для различных классов также значительно отличаются между собой (таблица 1).

В целом, если ранжировать причины аварий на подстанциях по уровню повреждаемости элементов, то можно составить следующую последовательность:

- 1-внутренняя изоляция трансформаторов;
- 2-высоковольтные вводы;
- 3-приводы коммутационных аппаратов;
- 4-опорные изоляторы;
- 5-дугогасительные камеры;
- 6-резиновые уплотнения высоковольтных выключателей;
- 7-полые провода

Таблица 1

Класс напряжения	Элементы повреждения			
	привод	изолято р	контактн ая система	прочие
750кВ	61%	32%	3,2%	3,2%
330кВ	15%	74%	7,4%	3,7%

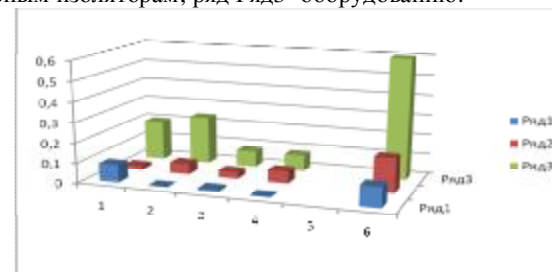
В таблице 2 приведены показатели надежности оборудования с наиболее высоким уровнем повреждаемости (см. рис.1) и связанная с ним доля удельных отказов высоковольтных вводов и опорных изоляторов, обобщенные по всем подстанциям на 330кВ.

Таблица 2

Объект подстанционного оборудования						
Силовой трансформатор		Высоковольтный выключатель				Разъединитель
		воздушный		масляный		
$F=0,2$		$F=0,24$		$F=0,08$		$F=0,08$
ввод	изолятор	ввод	изолятор	ввод	изолятор	изолятор
43,9%	9,8%	--	22,4%	14%	41,8%	74,1%

0,088	0,02	--	0,0538	0,0112	0,0334	0,0593
-------	------	----	--------	--------	--------	--------

Для наглядности удельные уровни отказов таблицы 2 представлены в виде гистограмм на рис. 2, где ряд Ряд1относится высоковольтным вводам; ряд Ряд2- опорным изоляторам; ряд Ряд3- оборудованию.



1 – силовые трансформаторы, 2 – выключатели воздушные; 3 – выключатели масляные; 4 – разъединители; 6 – суммарная частота отказов

Рис. 2 Удельные уровни отказов оборудования

Из приведенных данных обследования подстанций 330кВ получаем, что из суммарной удельной частоты отказов  $F$  силовых трансформаторов, высоковольтных выключателей и разъединителей, равной 0,60 отк/год, 0,1 отк/год относится высоковольтным вводам и около 0,17 отк/год – опорным изоляторам. Это означает, что для наиболее подверженного к отказам подстанционного оборудования доля отказов по причине повреждения только вводов и изоляторов достигает до 45%. К тому же следует отметить, что выход со строя перечисленного оборудования на подстанциях квалифицируется как тяжелая аварийная ситуация.

Высокий уровень повреждаемости опорных изоляторов подтверждается недавно проведенными обследованиями их состояния в Юго-Западной электроэнергетической системе НЭК «Укрэнерго». (М.П. Лабзун. Диагностика опорно-стержневых изоляторов средствами инфракрасной техники// Электрические сети и системы. -2009-№2). За период 2002-2008гг проверены 7500 изоляторов, что составляет более половины от общего количества изоляторов в данной энергосистеме. Из них дефектных изоляторов составило около 12%.

**Заключение.** В данной статье дана информация как об общей картине аварийности распределительных устройств 220 – 750 кВ Украины, так и, в частности, об уровнях отказов конкретных видов энергетического оборудования и их составных элементов, проведено ранжирование весовых составляющих причин отказов различных элементов подстанционного оборудования.

**Список литературы:** 1. Лабзун М.П. Диагностика опорно-стержневых изоляторов средствами инфракрасной техники / М.П. Лабзун // Электрические сети и системы. -2009. -№2 .  
Поступила в редколлегию 03.09.2010

**УДК 621.311**

**А.П. ЛАЗУРЕНКО**, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»  
**Г.И. ЧЕРКАШИНА**, ассистент, НТУ «ХПИ»

### **АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА**

В роботі представлено розрахунок характеристик споживання електричної енергії житлового будинку, а саме коефіцієнт несиметрії, коефіцієнт форми, коефіцієнт завантаження силових трансформаторів ТП, а також аналіз їх впливу на втрати електричної енергії.

In work the calculation of descriptions of consumption of electric energy of dwelling-house is represented, namely coefficient of unsymmetry, coefficient of form, load factor of the power transformers TP, and also analysis of their influence on the losses of electric energy.

Передача и потребление электроэнергии неизбежно сопровождается потерями мощности и энергии в трансформаторах и линиях. Указанные потери покрываются за счет увеличения мощности источника питания и пропускной способности всех элементов сети, т.е. за счет повышения капиталовложений. Кроме того, потери влекут за собой перерасход топлива на электростанциях энергосистем, что особенно актуально в современных условиях.

В данной работе рассматривается электропотребление жилым домом – первичной ячейкой жилого сектора. Актуальность данного вопроса возрастает в связи с ростом доли бытового потребления, а, следовательно, и влияния его на режимы и характеристики электропотребления по энергосистеме.

В качестве исследуемого объекта был выбран жилой дом, технические характеристики которого приведены ниже:

- Этажность – 9 этажей
  - Тип плиты – электрическая
  - Тип кабеля от ТП до ВРУ дома – АВВГ-120
  - Расстояние до ТП – 200 м.
  - Годовое потребление электрической энергии –  $236 \cdot 10^6$  кВт·ч
- На момент сдачи в эксплуатацию на ТП были установлены 2 трансформатора типа ТМ 630/6.

В ходе эксплуатации, в следствии низкого коэффициента загрузки трансформаторов ТП, была произведена замена и установлены новые трансформаторы типа ТМ-400/6 и ТМ-320/6 кВА. Контрольные замеры значений тока нагрузки до замены трансформаторов и после представлены в таблице 1, 2 соответственно.